Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

7

FISIOLOGIA DO CICLO ESTRAL DOS ANIMAIS

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
Departamento de Zootecnia – UFRPE
Embrapa Semiárido e IPA

• OBJETIVO

O cio ou estro é a fase reprodutiva dos animais, onde as fêmeas apresentam receptividade sexual seguida de ovulação. Para tanto, é necessário entender a fisiologia do estro para a realização do manejo reprodutivo dos animais.

Em geral, as fêmeas manifestam comportamentos fora do comum quando estão ciclando, tais comportamentos devem ser observados para que não percam o pico de ovulação e, consequentemente, para que não perca o momento de monta ou inseminação para emprenhar o animal.
Neste trabalho, o estudante compreenderá o ciclo estral identificando as diferenças entre as espécies domésticas, para considerá-las na manipulação do mesmo.

• INTRODUÇÃO

As fêmeas dos mamíferos domésticos apresentam, em sua vida reprodutiva, eventos recorrentes conhecidos como ciclos estrais que se caracterizam por uma série de alterações ovarianas, genitais, endócrinas e comportamentais. Esses ciclos são o fundamento da reprodução e possuem a finalidade de que ocorra a ovulação de forma sincronizada com o acasalamento para conduzir a uma gestação. A compreensão deste é de suma importância para alcançar uma boa eficiência produtiva nas propriedades pecuárias; considerando que a oportunidade de gestar os animais se limita a períodos, em geral, muito curtos, que ocorrem em cada ciclo.

Assim que as fêmeas atingem a puberdade, em bovinos entre 11 e 19 meses, inicia-se a apresentação dos ciclos estrais, o que geralmente indica o início da receptividade sexual, também chamada de "estro" ou "cio", por ser a fase mais fácil de reconhecer devido ao qual a fêmea busca, atrai e aceita a montaria do macho. Todavia, para uma melhor eficiência reprodutiva, as fêmeas que apresentarem o primeiro cio não devem ser colocadas à disposição do macho ou da IA, uma vez que ela ainda não possui o aporte e a condição corporal ideal para conseguir gestar; logo para serem colocadas à reprodução devem estar ao terceiro estro ou possuir entre 60 a 70% do seu peso vivo adulto. Depois da receptividade ocorre um período em que a fêmea não atrai nem aceita o macho. Assim, um ciclo estral é definido como o período entre um estro e o seguinte.

Quando durante o ciclo estral ocorre uma cópula fértil, as fêmeas passam a uma fase de anestro fisiológico, causado pela gestação, em que cessa o ciclo estral e passam a

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

não apresentarem atividade sexual. Nas espécies sazonais (cabras, éguas e ovelhas), a manifestação dos ciclos estrais também é limitada pela época do ano em que as fêmeas apresentam um anestro sazonal. Essas espécies sazonais ou estacionais apresentam cio durante a época em que os dias apresentam a presença de luz por mais tempo; isto é, dias mais longos. Deve-se considerar que a ciclicidade feminina pode ser alterada por eventos patológicos como processos infecciosos, persistência do corpo lúteo, desnutrição e estresse, entre outros.

• CONTROLE ENDÓCRINO DO CICLO ESTRAL

As mudanças ovarianas, genitais e comportamentais que ocorrem ao longo dos ciclos estrais são controladas pelo sistema endócrino e são o resultado de uma complexa interação entre hipotálamo, hipófise, ovário e útero. Vários hormônios participam desse processo, dos quais serão descritos a importância e a participação dos mais relevantes (figura 1).
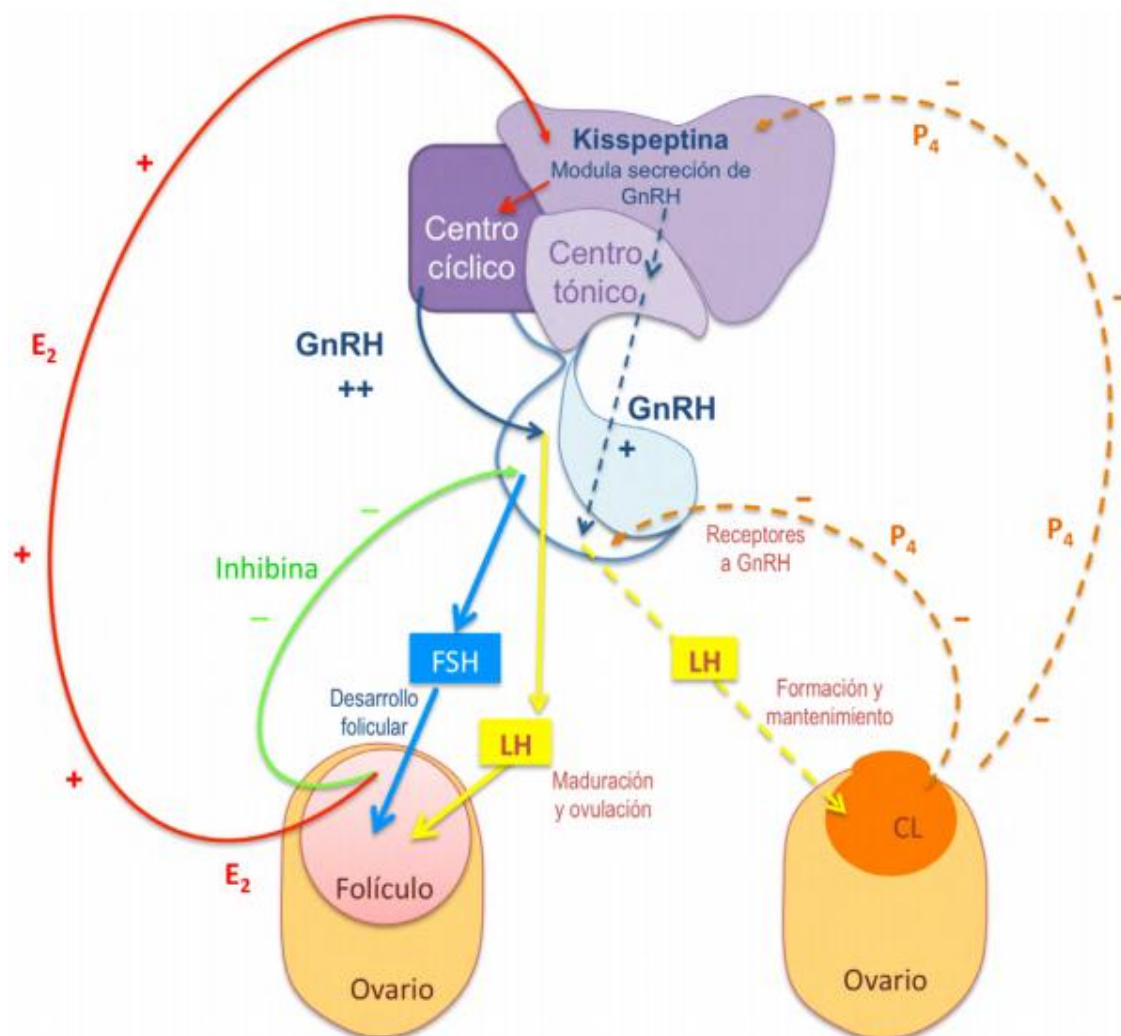
Figura 1: Interação hormonal do eixo hipotálamo-hipófise-gonodal. No lado esquerdo, com linhas contínuas, os principais hormônios são exemplificados quando há um folículo pré-ovulatório. No lado direito, com linhas pontilhadas, os hormônios envolvidos são mostrados quando a estrutura ovariana predominante é o corpo lúteo. **Fonte**: RANGEL, 2018.

A Kisspeptina é um peptídeo hipotalâmico que tem sido denominado regulador central, pois os neurônios que a produzem recebem informações do meio ambiente e do próprio corpo, o que indica o momento ideal para a reprodução. Além de modular a secreção de GnRH durante o ciclo estral, esse hormônio controla tanto o início da puberdade quanto da estacionalidade reprodutiva. Além disso, é inibido durante a lactação, bloqueando a atividade reprodutiva das fêmeas nessa fase.

Os neurônios produtores de Kisspeptina possuem receptores de estradiol, que os regulam para modular a liberação tônica e cíclica de GnRH, controlando assim a secreção de gonadotrofina; além disso, foi sugerida a participação de outros hormônios neurotransmissores e neuropeptídios na modulação da secreção de GnRH. Entre eles estão os estimuladores: norepinefrina, serotonina, aminoácidos excitatórios (principalmente glutamato) e neurotensina. Atuando como inibidores: GABA e opioides endógenos (principalmente o β-endorfina).

O GnRH é um neuropeptídio hipotalâmico que estimula a produção e liberação de LH, de forma que um pulso de LH é sempre precedido por um pulso de GnRH. Os estrogênios foliculares têm, por outro lado, um efeito de feedback positivo com o LH, aumentando a produção de GnRH pelo centro cíclico e a formação de seus receptores nos gonadotrópicos da hipófise. Como resultado, a maturação dos folículos ovarianos é alcançada e os picos pré-ovulatórios de estradiol e LH são alcançados. No centro tônico da secreção de GnRH, os estrogênios inibem a liberação desse hormônio quando os animais estão na vida pré-púbere ou nos estágios de anestro, e a sensibilidade a esse feedback negativo diminui durante os estágios reprodutivos.

No sentido estrito, a liberação de FSH pelos gonadotrópicos hipofisários não requer a presença do GnRH, que participa antecipadamente do estímulo de sua síntese; o FSH é considerado, então, um hormônio secretado constitutivamente, ou seja, constantemente, a menos que haja um estímulo inibitório. Este estímulo inibitório existe graças aos estrogênios e à inibina, que são produzidos pelos folículos em desenvolvimento, especialmente pelo folículo dominante.

A progesterona é um hormônio esteroide produzido pelo corpo lúteo (CL) que inibe a secreção de LH. Isso é realizado tanto indiretamente por meio da inibição da secreção de GnRH no nível hipotalâmico, quanto por ação direta no nível da hipófise, uma vez que bloqueia a formação de receptores de GnRH nos gonadotropos. Assim, diminui a frequência dos pulsos de LH, que é mantida em níveis basais capazes de participar da formação e manutenção do corpo lúteo, mas incapaz de causar ovulação. Na vaca, o papel do LH na manutenção do corpo lúteo é controverso, uma vez que alguns autores propõem que apenas o hormônio do crescimento participe para esse fim, pois a administração de inibidores de GnRH quando há corpo lúteo funcional não afeta a secreção de progesterona.

Se a fertilização não for alcançada com sucesso, eventualmente o corpo lúteo deve ser destruído por apoptose (processo conhecido como luteólise), para permitir a ocorrência de um novo ciclo estral. Nesse caso, os hormônios participantes são a ocitocina, produzida inicialmente no nível central e posteriormente pelo CL; e a prostaglandina F2alfa ($PGF_2\alpha$), secretada pelo endométrio uterino ao final do diestro;

entre ambos os hormônios estabelecerão um mecanismo de feedback positivo até que se complete a luteólise.

• FREQUÊNCIA DE APRESENTAÇÃO DOS CICLOS ESTRAIS

As espécies são classificadas de acordo com a frequência com que apresentam seus ciclos estrais em um dos três grupos existentes (figura 2).
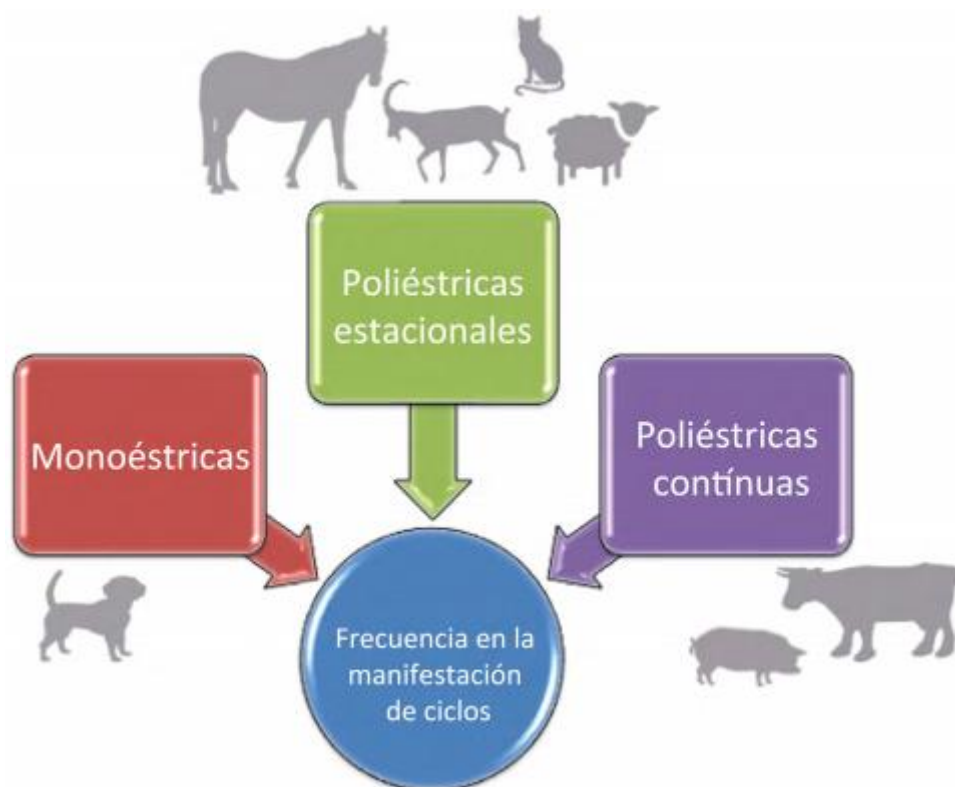
Figura 2: classificação das espécies domésticas de acordo com a frequência de apresentação de seus ciclos estrais ao longo do ano. **Fonte**: RANGEL, 2018.

Tabela 1: tipo e duração do ciclo estral de diferentes espécies

Animal	Tipo de ciclo	Duração (em dias)
Búfala (*Bubalus bubalis*)	poliéstrica	21-22
Cabra (*Capra hircus*)	Poliéstrica/diéstrica*	18-22
Camundonga (*Mus musculus*)	poliéstrica	4-7
Cadela (*Canis familiaris*)	Monoéstrica/diéstrica	45
Cobaia (*Cavia porcellus*)	poliéstrica	12-18
Coelha (*Oryctolagus cuniculus*)	poliéstrica	15-17
Égua (*Equus cabalus*)	poliéstrica*	19-25
Gata (*Felis catus*)	diéstrica	30-40
Jumenta (*Equus asinus*)	poliéstrica*	20-21
Ovelha (*Ovis aries*)	poliéstrica*	16-20
Porca (*Sus scrofa*)	poliéstrica	20-21
Rata (*Rattus norvergicus*)	poliéstrica	4-5
Vaca (*Bos tarus/ B. indicus*)	poliéstrica	18-24

* Sazonais

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

Monoéstricas

São as espécies que apresentam um único ciclo estral, uma ou duas vezes ao ano, que culmina com um período de anestro, que faz parte do mesmo ciclo. Em geral, a fase de receptividade sexual dessas espécies é muito longa para garantir a fecundação. Dentro desta classificação está a família *Canidae*, que inclui cães domésticos, lobos e raposas. Os cães domésticos são capazes de se reproduzir em qualquer época do ano, portanto, não são considerados sazonais; apesar disso, observou-se que o estro tende a ocorrer com mais frequência no final do inverno ou início da primavera.

Como exceção, a raça de cães Basenji é considerada sazonal, pois eles sempre têm seus ciclos férteis no outono.

Poliéstricas estacionais ou sazonais

São espécies que para garantir que seus filhotes nasçam na época do ano mais favorável à sua sobrevivência, apresentam uma série de ciclos estrais durante uma estação limitada do ano (figura 3). No final desta estação, os animais entram em anestro sazonal, que termina com o início da próxima estação reprodutiva. Dentro deste grupo estão as espécies que se reproduzem nas épocas do ano em que está aumentando a quantidade de horas-luz por dia ou fotoperíodo crescente (primavera-verão), como equinos e gatos; o último mostra a atividade ovariana entre janeiro e setembro (ou até outubro) nas zonas temperadas. Há outro grupo de espécies que se reproduzem em períodos de fotoperíodo decrescente (outono-inverno), entre as quais estão ovinos e caprinos.
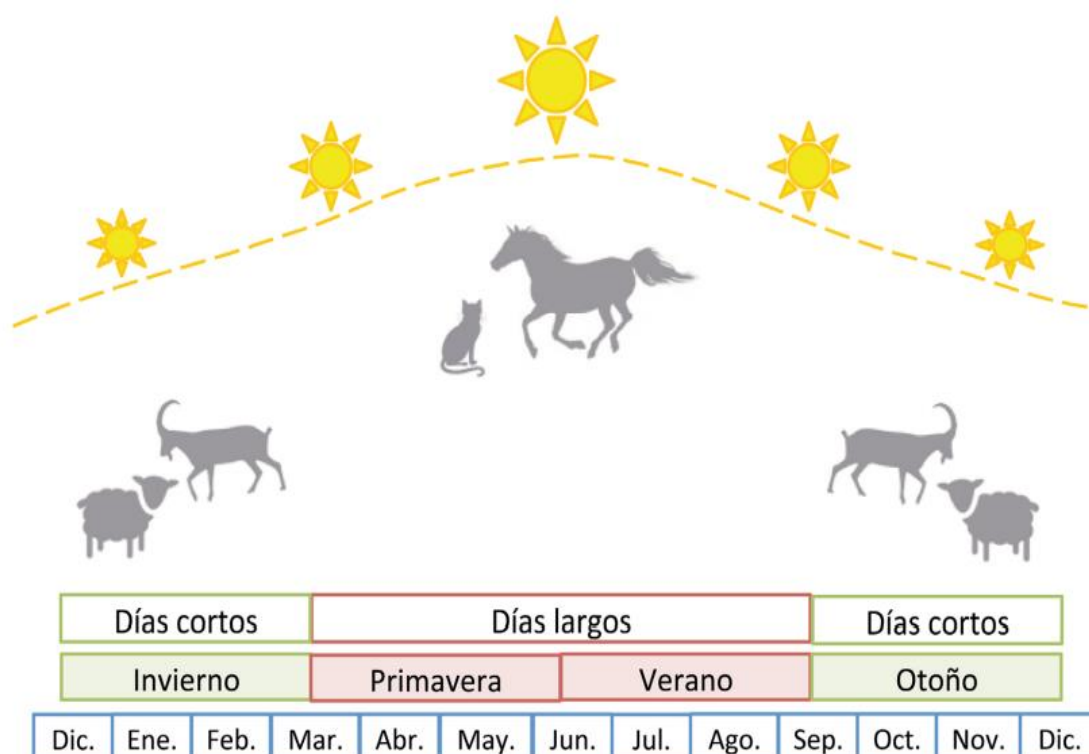
Figura 3: classificação das espécies domésticas, de acordo com a estacionalidade de sua reprodutiva. **Fonte**: RANGEL, 2018.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

Poliéstricas contínuas

As espécies deste grupo são caracterizadas por ciclos estrais durante todo o ano. Dentro desta classificação estão bovinos e suínos.

- **ETAPAS DO CICLO ESTRAL**

Do ponto de vista das estruturas ovarianas predominantes, o ciclo estral se divide em duas fases: a fase folicular, na qual os folículos ovarianos se desenvolvem e amadurecem, além da ovulação; nas espécies poliéstricas, esta fase começa com a regressão do corpo lúteo do ciclo anterior. A outra é conhecida como fase lútea e refere-se às etapas do ciclo em que o corpo lúteo se forma e tem sua maior funcionalidade.

Cada uma dessas fases pode ser dividida em etapas de proestro e estro (fase folicular); e metaestro e diestro (fase lútea) (figura 4). Algumas espécies, adicionalmente, podem apresentar períodos de anestro e interestro, como parte de seus ciclos estrais (figura 4).
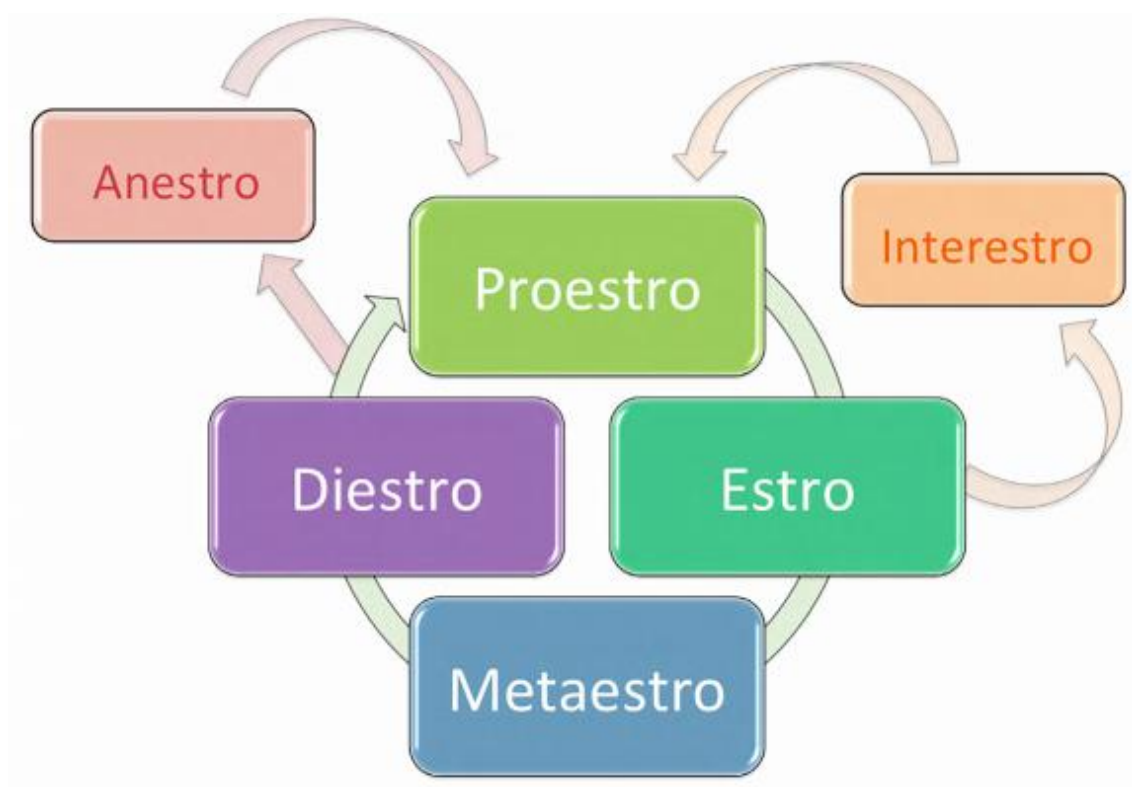
Figura 4: etapas dos ciclos estrais dos animais domésticos. **Fonte**: RANGEL, 2018.

Fase folicular

É identificada porque os hormônios ovarianos predominantes são os estrogênios (produzidos pelos folículos em crescimento), que desencadeiam o comportamento sexual e fazem com que o aparelho reprodutor passe por algumas adaptações para atrair o macho, preparar-se para a cópula e facilitar o transporte dos gametas.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

O proestro começa quando as concentrações de progesterona do ciclo anterior baixem para níveis basais devido à regressão do CL; e termina quando o comportamento de receptividade sexual começa. É caracterizado pelo crescimento do folículo dominante da última onda folicular do ciclo anterior; portanto, sua duração depende do grau de desenvolvimento em que o folículo se encontra no momento da luteólise.

Nesse estágio, aumenta-se a produção de estradiol e inibina secretada pelo folículo ou folículos que iniciaram seu desenvolvimento durante o final do período de diestro. As concentrações de FSH diminuem no início do proestro; entretanto, eles começam a aumentar à medida que o estro se aproxima. O LH, devido ao efeito do estradiol, passa a aumentar sua frequência de secreção e diminuir a amplitude de seus pulsos, o que acentua a produção de andrógenos pelas células da teca e a capacidade de aromatização das células da granulosa, com o consequente aumento na produção de estradiol.

O aumento do estradiol desencadeia a apresentação comportamental do estro que também é conhecido como estágio de cio, calor ou receptividade sexual, uma vez que representa o único período em que a fêmea procura ativamente o macho e aceita a montagem e a cópula. O comportamento sexual pode variar em intensidade entre diferentes espécies. Durante a fase de estro, o(s) folículo(s) em desenvolvimento no ovário adquirem sua maturidade e tamanho pré-ovulatório (figura 5), atingindo as concentrações máximas de estradiol. Um feedback positivo é então exercido entre o estradiol, GnRH e LH, para que ocorra o pico de LH pré-ovulatório que será responsável pela ovulação.

Figura 5: folículos ovarianos de porcas. Esquerda: pequenos folículos, estágio de proestro. À direita: folículos pré-ovulatórios, estágio de estro. **Fonte**: RANGEL, 2018.

O estro é a fase do ciclo em que ocorre a ovulação em espécies domésticas, com exceção dos bovinos que ovulam durante o metaestro inicial. A ovulação, por outro lado, manifesta-se espontaneamente na maioria das espécies domésticas, com exceção dos felinos, leporídeos e camelídeos, nos quais a cópula deve ocorrer para induzi-la, por isso são conhecidos como espécies de ovulação induzida (figura 6). Nessas espécies, a cópula

provoca um reflexo nervoso que atua no nível hipotalâmico para induzir a liberação de GnRH e, portanto, o pico pré-ovulatório de LH.

Existem outras espécies em que a cópula não estimula a ovulação, mas é necessária para induzir a formação do CL (figura 6). Dentro dessas espécies estão ratos e camundongos.
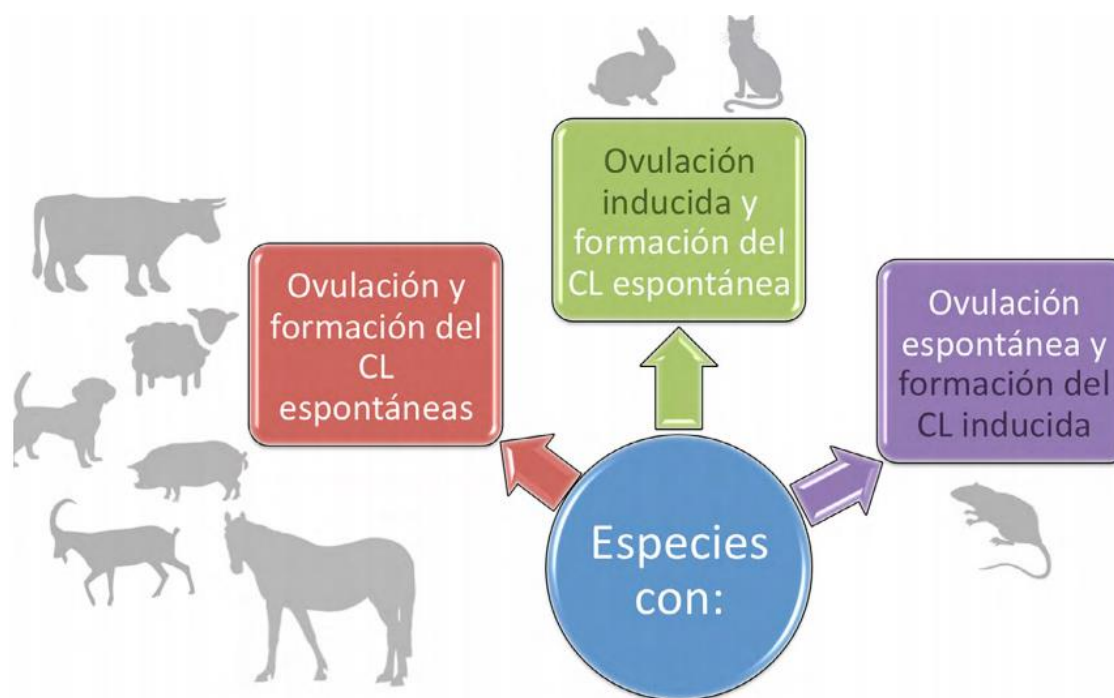
Figura 6: classificação das espécies domésticas, segundo a espontaneidade da ovulação e a formação do corpo lúteo. **Fonte**: RANGEL, 2018.

Em caninos, deve-se considerar que, embora tradicionalmente se diga que a ovulação ocorre dois dias após o início do estro, ela pode ocorrer mais tarde, em alguns casos ocorrendo próximo ao final do estro. Em geral, durante a fase folicular, o útero tem maior suprimento e as glândulas endometriais entram em fase proliferativa, aumentando seu tamanho. Isso faz com que o útero fique mais tônico, ou seja, mais firme, exceto no caso de éguas e carnívoros nos quais os estrogênios fazem com que o útero se encontre com edema e sem tonalidade, enquanto a cérvix aparece relaxada durante o estro. Além disso, o aumento do suprimento de sangue causa hiperemia e congestão do epitélio vaginal e vulvar (figura 7).

Para permitir a passagem do esperma, a cérvix se abre e a produção de um muco cervical muito fluido, cristalino e abundante é aumentada; o útero e o oviduto aumentam suas contrações. Nessa última ação participam as prostaglandinas contidas no plasma seminal ($PGF_2\alpha$ e PGE). Na vagina, o número de camadas de células do epitélio começa a aumentar e as células da superfície tornam-se cornificadas.

No caso da cadela, a situação hormonal durante a fase folicular é completamente diferente do resto das espécies domésticas (figura 8), uma vez que há altas concentrações de estrógenos durante o proestro, que atingem seu nível máximo 24 a 48 h antes de seu término; ao mesmo tempo, os folículos iniciam sua luteinização, antes de serem ovulados. Essa situação provoca a liberação de progesterona, que começa a aumentar suas concen-

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

trações; à medida que aumenta, as concentrações de estradiol começam a cair. Assim, o estro começa quando os níveis de progesterona atingem uma concentração de cerca de 1 ng/ml. O pico de LH ocorre durante a transição do proestro para o estro e a ovulação ocorre 48 a 60 horas depois; processo que pode se estender de 24 a 96 h. Os níveis de progesterona aumentam após o início do estro, de modo que antes da ovulação estão entre 2 e 4 ng/ml, enquanto as concentrações entre 5 e 10 ng/ml estão relacionadas ao tempo de ovulação. Uma vez que as concentrações de estradiol caem abaixo de 15 pg/ml, o estro é encerrado (figura 8).

Figura 7: comparação da aparência vulvar em porcas. O círculo azul indica a vulva de uma porca que não está em estro, enquanto um círculo vermelho mostra uma vulva apresentando hiperemia e edema característicos da fase de estro. **Fonte**: Acervo pessoal do autor.

As altas concentrações de estradiol no proestro são responsáveis pela atração da fêmea pelo macho a partir desta fase, porém, não apresentará comportamento receptivo até o início da fase de estro. Deve-se levar em consideração que algumas cadelas podem não aceitar o macho, apesar de estarem endócrinamente na fase de estro, o que pode ser atribuído às condições de manejo, aos comportamentos adquiridos ou às características hierárquicas, ou ainda a distúrbios relacionados a endocrinologia da reprodução (anormalidades hormonais e/ou baixas concentrações de hormônios).

No caso das éguas, não há menção à fase de proestro e os eventos que ocorreriam nessa fase estão englobados no estro, que tradicionalmente será denominado fase folicular ou simplesmente estro (figura 9).

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399
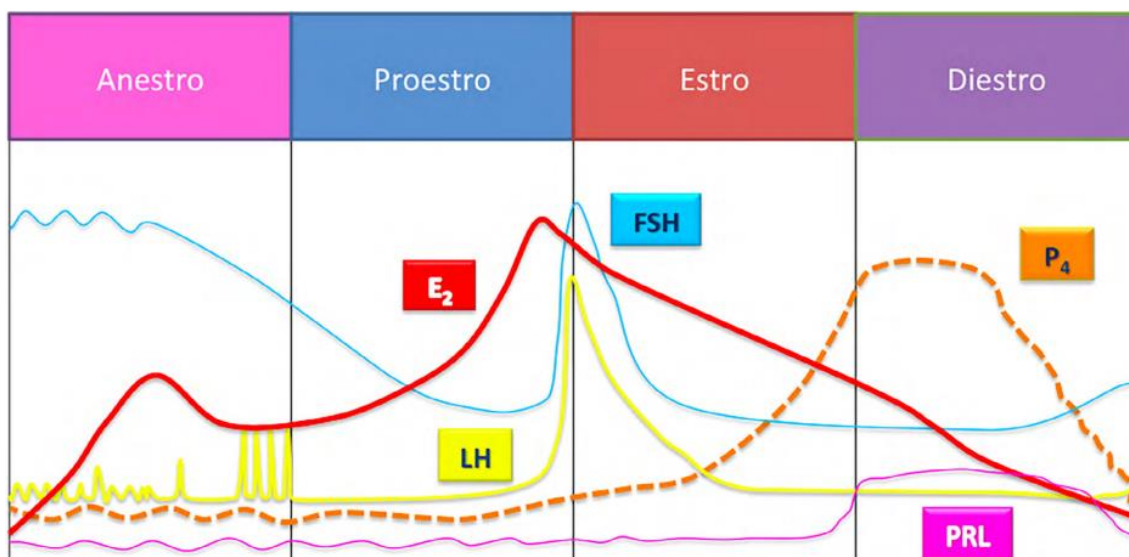
Figura 8: Endocrinologia do ciclo estral da cadela. **Fonte**: RANGEL, 2018.
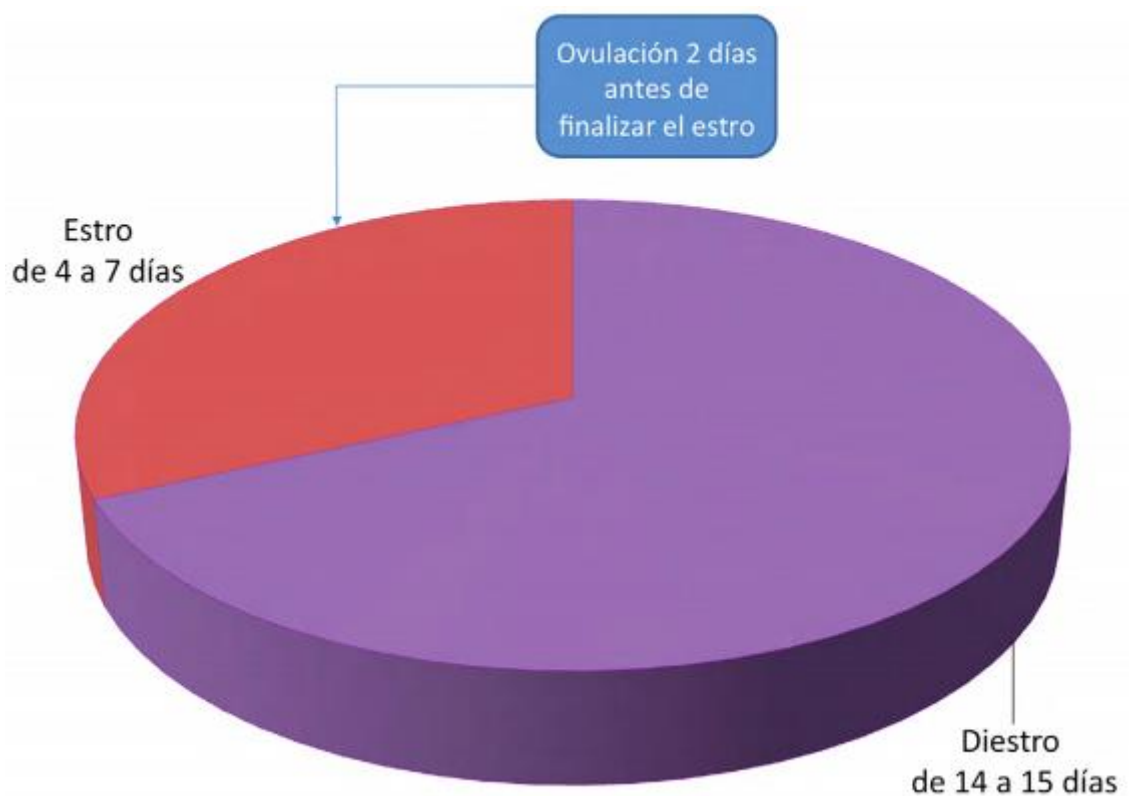
Figura 9: duração das etapas do ciclo estral das éguas. A ovulação ocorre nos últimos 2 dias da fase de estro. **Fonte**: RANGEL, 2018.

Fase lútea

Durante essa fase, o esteroide ovariano predominante é a progesterona, cujo objetivo é manter a gravidez se a fertilização for bem-sucedida. Para isso, os estrogênios pré-ovulatórios favorecem a formação de receptores de progesterona uterina, então a presença da progesterona faz com que as glândulas endometriais entrem em sua fase secretora e iniciem a produção de histiotrofo ou leite uterino, para nutrir o produto que

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

poderia estar potencialmente presente. Já na fase lútea, ocorre redução das concentrações de estrogênio, o que causa diminuição do tônus uterino, hiperemia e edema vulvar. Por fim, a cérvix se fecha e o muco cervical torna-se espesso, pegajoso, opaco e menos abundante, de modo a isolar o útero por fora, evitando a entrada de microrganismos que poderiam comprometer a possível gravidez.

O metaestro começa quando a fêmea deixa de aceitar a montaria do macho e termina quando há um CL funcional bem estabelecido. Este estágio corresponde ao período de transição entre a dominância estrogênica e o aumento das concentrações de progesterona.

Nesse estágio, as concentrações de FSH são aumentadas pela queda repentina de estradiol e inibina após a ovulação, o que permite o recrutamento da primeira onda folicular.

Nesta fase, o ovário contém o corpo hemorrágico, a partir do qual se desenvolverá o CL (figura 10). O corpo hemorrágico tem meia-vida muito curta, pois as células que compõem suas paredes iniciam sua luteinização imediatamente após ou mesmo antes da ovulação.
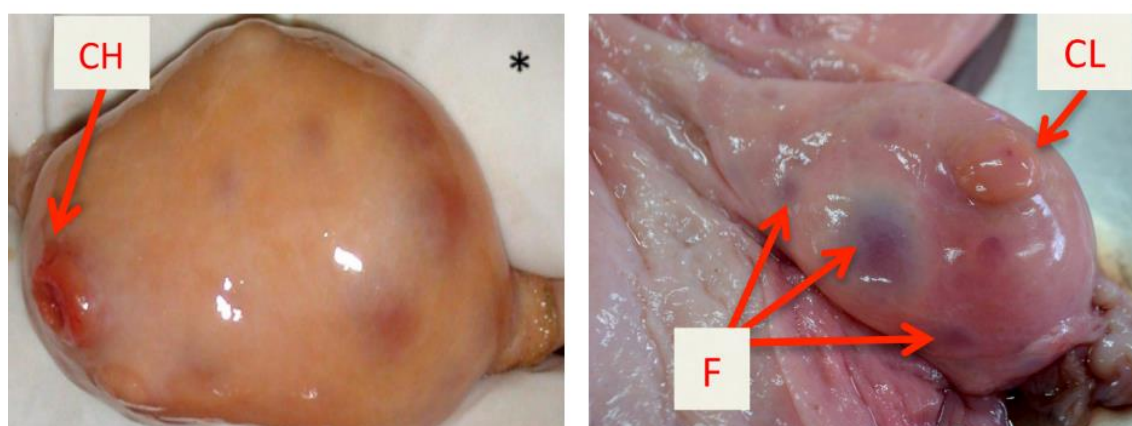
Figura 10: ovários bovinos. Corpo hemorrágico (CH); folículos (F) e corpo lúteo (CL).

O diestro, por sua vez, constitui a etapa mais longa do ciclo estral e é caracterizado por um CL que se encontra em sua atividade secretora máxima. Somente no final dessa fase, e se não houver fecundação, o CL sofre luteólise; caso contrário, o CL é mantido de forma a preservar a gestação, prolongando um estado fisiológico semelhante ao do diestro. A imagem 11 esquematiza o ciclo estral da vaca, eventos ovarianos e endócrinos, bem como a duração das etapas do ciclo estral.

Nessa fase, a progesterona atinge suas concentrações máximas e exerce efeito negativo na liberação de LH, pois inibe a formação de receptores de GnRH nos gonadotropos hipofisários, bem como a secreção de GnRH pelo hipotálamo. Além disso, observam-se aumentos repetidos da secreção de FSH com o consequente aumento do desenvolvimento folicular e das concentrações plasmáticas de estradiol e inibina. No entanto, os folículos que começam seu desenvolvimento, não conseguem completar sua maturação e sofrem regressão (ondas foliculares). A égua é a única fêmea doméstica que pode ovular naturalmente durante a fase lútea, com uma incidência de ovulação de 10-25% nesta fase.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399
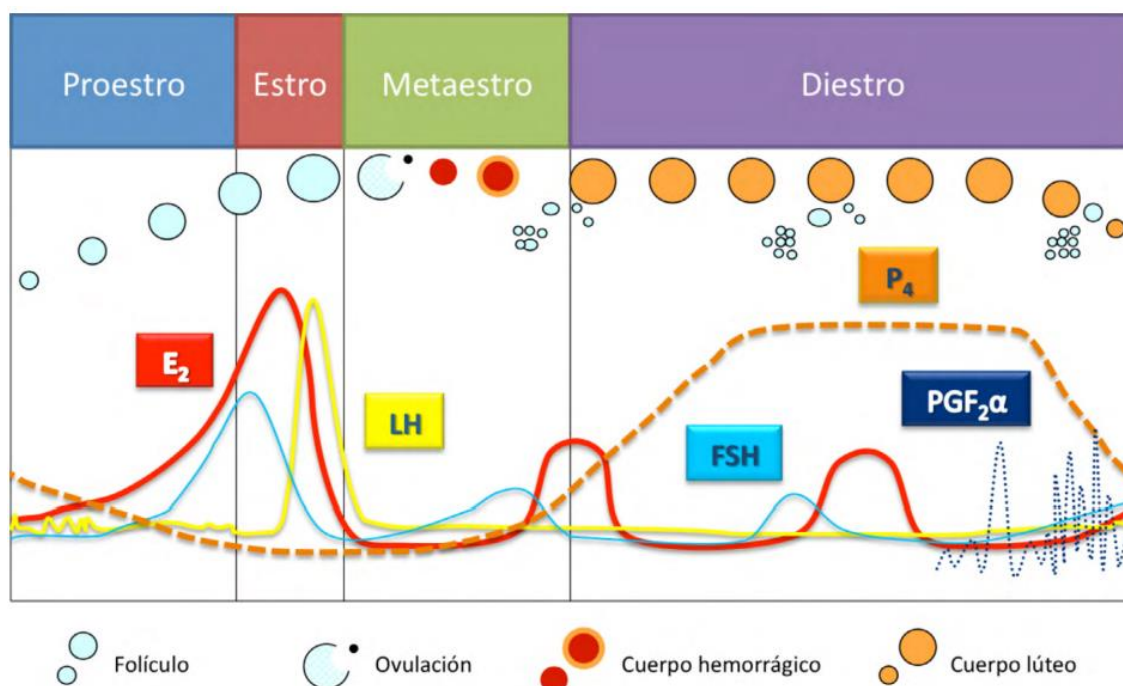
Figura 11: etapas, estruturas ovarianas e endocrinologia do ciclo estral da vaca. **Fonte**: RANGEL, 2018.

No final do diestro, os estrogênios sensibilizam o endométrio, de modo que as células epiteliais formam os receptores de ocitocina. Após uma primeira secreção de ocitocina da neurohipófise e secreções subsequentes originadas do corpo lúteo, um mecanismo de feedback positivo é iniciado para a secreção de $PGF_2\alpha$. O papel da $PGF_2\alpha$ é destruir o CL quando não houver fertilização. Deve-se considerar que para o útero ser capaz de produzir $PGF_2\alpha$ deve haver um período prévio de exposição à progesterona, durante o qual aumenta o conteúdo de precursores das prostaglandinas no endométrio, como o ácido araquidônico (ácido graxo $C_{20}H_{32}O_2$).

O anestro é considerado como um período de inatividade reprodutiva, mesmo quando continua havendo atividade hormonal e desenvolvimento folicular, uma vez que o estímulo é insuficiente para que ocorra a maturação folicular e a ovulação. Ao longo desta fase não haverá alterações comportamentais ou morfológicas nas fêmeas.

Nas espécies estacionais ou sazonais, o anestro é muito importante, pois limita a estação reprodutiva de forma que os partos ocorram na época do ano que pode ser mais favorável para a sobrevivência dos filhotes. Em espécies poliéstricas contínuas, o anestro aparecerá em casos de processos fisiológicos como gestação ou amamentação, ou devido a condições patológicas que interrompem a ciclicidade.

Em caninos, o anestro é considerado mais uma fase do ciclo estral (figura 12), e é o estágio de transição entre o diestro de um ciclo e o proestro do próximo; na verdade, o anestro é a fase mais longa do ciclo nessa espécie, pois pode durar de 4 a 10 meses, dependendo do indivíduo.

Em algumas espécies de animais domésticos, o anestro pode ocorrer pós-parto.

O interestro é uma fase de repouso entre as ondas foliculares e é característica do ciclo estral de espécies cuja ovulação é induzida, como os felinos e camelídeos, por exemplo, a lhama e a alpaca. Ao longo desta fase, não há comportamento sexual. Sua

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

apresentação se deve ao fato de a monta não ter ocorrido ou de não ter sido capaz de induzir a ovulação, de modo que os folículos ovarianos regridem, dando origem a um novo recrutamento folicular.

No caso dos felinos, foi relatado que até 50% das cópulas simples são insuficientes para causar ovulação.
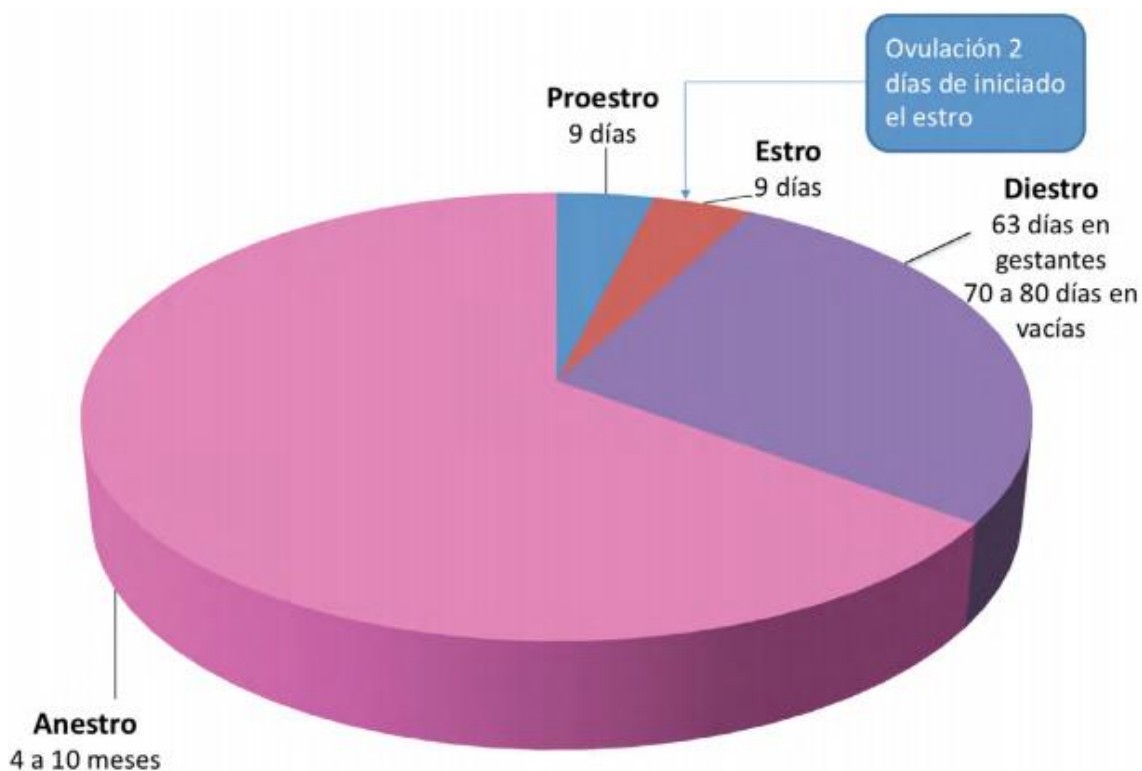
Figura 12: etapas do ciclo estral da cadela. A ovulação ocorre dois dias após o início do cio. **Fonte**: RANGEL, 2018.

• DURAÇÃO DOS CICLOS ESTRAIS E PARTICULARIDADES POR ESPÉCIE

As variações na duração do ciclo estral e as fases presentes entre as diferentes espécies domésticas são indicadas na tabela 2.

Em particular, existe uma grande variação entre os indivíduos dependendo da duração das fases do ciclo estral em caninos e felinos, sendo difícil precisar sua duração, já que no caso da cadela o anestro é parte integrante do ciclo; na gata, a duração do ciclo anovulatório é diferente daquele em que ocorreu a ovulação. Assim, em um ciclo anovulatório, a gata pode manifestar períodos de estro de sete dias em média, seguidos de 2 a 19 dias sem estro (período denominado interestro), que são continuados com outro período de estro. Quando ocorre a ovulação e não é fértil, surge uma fase lútea de 35 a 37 dias e às vezes demora mais 35 dias para o animal apresentar um novo estro.

Em cadelas, não há estágio de metaestro propriamente dito, pois a ovulação ocorre no início do estro, de forma que, ao término do comportamento sexual, os corpos lúteos já estão formados. Da mesma forma, as gatas não apresentam este estágio, portanto, se ocorrer ovulação, a fase de estro é imediatamente seguida pela fase diestro (figura 13).

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399
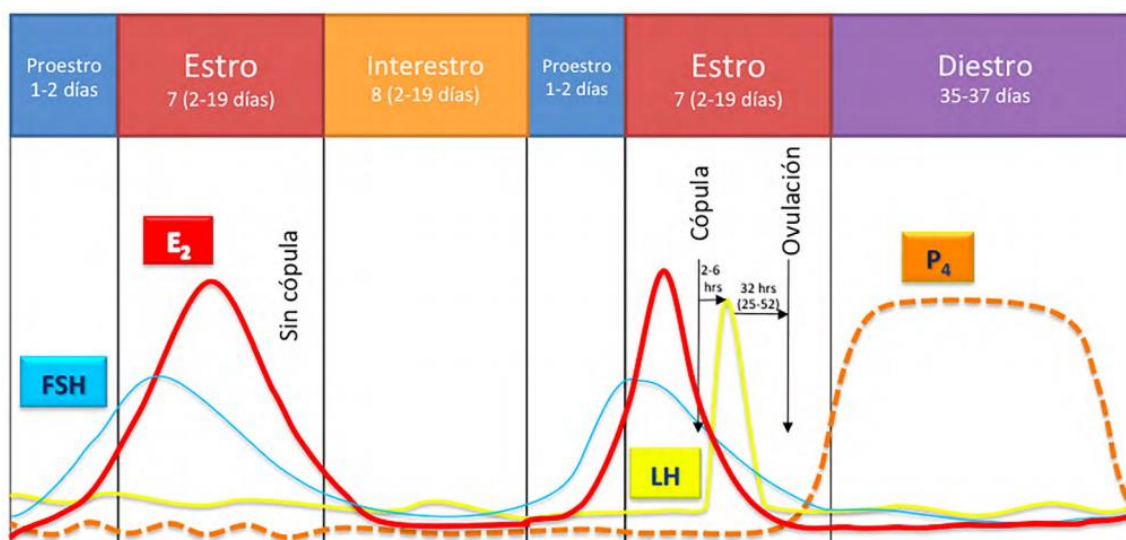
Figura 13: etapas e endocrinologia do ciclo estral da gata. **Fonte**: RANGEL, 2018.

Tabela 2: Duração do ciclo estral e suas fases nas diferentes espécies domésticas

Espécie	Ciclo (dias)	Proestro (dias)	Estro	Metaestro (dias)	Diestro (dias)	Interestro (dias)	Anestro
Bovina	21 (17-24)	2 a 3	8-18 h	3 a 5	12 a 14	-	Pós-parto (vacas de leite) Lactacional (vacas de corte)
Ovina	17 (13-19)	2	24-36 h	2 a 3	12	-	Estacional
Caprina	21	2 a 3	36 h (24-48)	3 a 5	8 a 15	-	Estacional
Suína	21 (17-25)	2	24-72 h	2	14	-	Lactacional
Equina	21 (15-26)	-	4-7 d	-	14 a 15	-	Estacional
Canina	-	9 (3-20)	9 d (3-20)	-	63 ± 5 em gestantes 70 a 80 em vazias	-	4 a 10 meses
Felina	-	1 a 2	7 d (2-19)	-	35 a 37	8 (2-19)	Estacional (30-90 d)

Onde: d = dias. h = horas.

O ciclo estral das éguas é dividido apenas em duas fases, folicular e lútea; às vezes também conhecido como estro e diestro, respectivamente (figura 14).

No caso de bovinos, a ovulação ocorre durante a fase de metaestro, entre quatro e 16 horas após o término do estro, ou de 30 a 36 horas após o início do estro (figura 15). Uma vez que a ovulação ocorre, e como consequência da queda repentina nas concentrações de estradiol, algumas vacas podem ter uma secreção vulvar sanguinolenta (figura 16).

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399
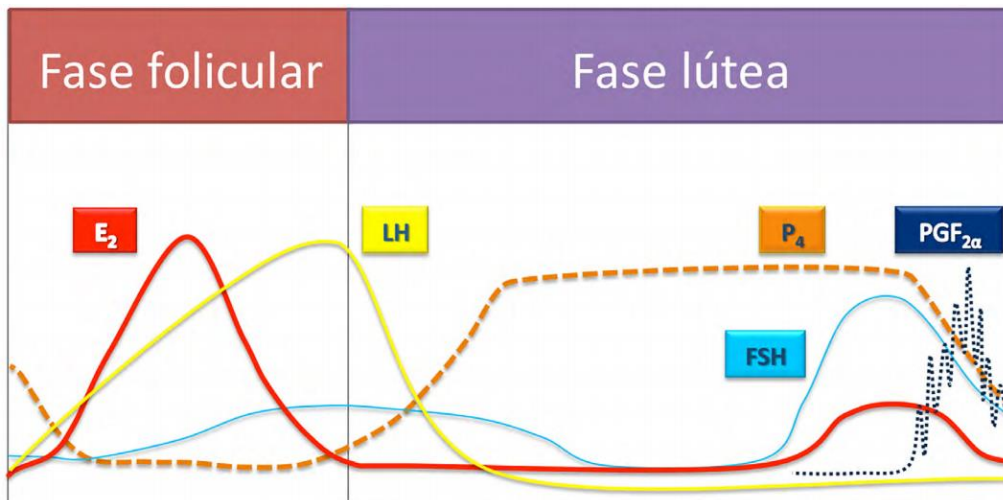
Figura 14: endocrinologia do ciclo estral da égua. **Fonte**: RANGEL, 2018.
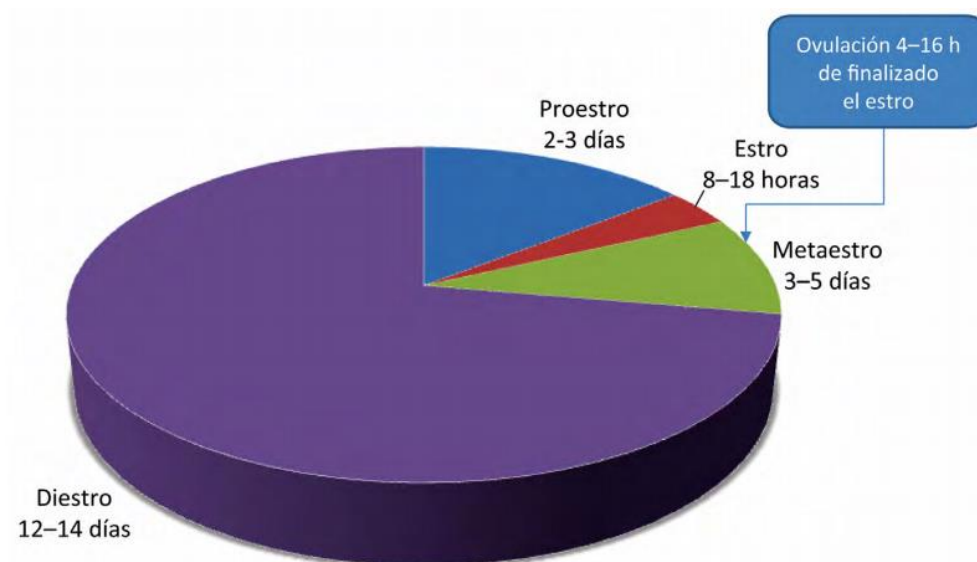
Figura 15: duração das etapas do ciclo estral das vacas. A ovulação ocorre no metaestro ou de 4 a 16 horas depois do término do cio. **Fonte**: RANGEL, 2018.

Figura 16: secreção vulvar sanguinolenta em vaca no estágio de metaestro

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

• DESENVOLVIMENTO FOLICULAR

Embora o desenvolvimento folicular que leva à ovulação ocorra na fase folicular do ciclo estral e desempenhe um papel essencial no controle do ciclo, durante a fase lútea também ocorre o desenvolvimento folicular, mas os folículos não conseguem realizar sua maturação final e ovulação; mesmo em animais pré-púberes e em animais em anestro, há crescimento folicular. Por isso o desenvolvimento folicular é considerado um processo constante e dinâmico.

As fêmeas têm certo número de folículos e ovócitos desde o nascimento, que em geral excede consideravelmente o número de oócitos que serão ovulados ao longo de suas vidas. Aproximadamente 90% dos folículos ovarianos começam a crescer, mas não ovulam e regridem, fato conhecido como atresia folicular. Estima-se que a atresia ocorra em qualquer época de desenvolvimento, mas é mais comum nos estágios dependentes de gonadotrofinas.

A razão pela qual as ondas foliculares se desenvolvem durante a fase lútea, culminando na atresia, é que a progesterona produzida pelo corpo lúteo inibe a pulsação de LH. Assim, os folículos dominantes não obtêm suprimento suficiente desse hormônio para completar seu crescimento e ovular, causando sua regressão. Quando os folículos sofrem atresia, cessa a produção de estradiol e inibina, retomando a secreção de FSH, iniciando um novo recrutamento folicular. No final do período de diestro, quando as concentrações de progesterona começam a diminuir devido à luteólise, os estrogênios foliculares estimulam a secreção de LH, que fornece suporte suficiente para o crescimento e maturação dos folículos até que a ovulação seja desencadeada.[1]

• OVULAÇÃO

A ovulação ocorre graças a um processo de remodelação, adelgaçamento e ruptura da parede folicular ao nível do estigma, que é uma área de tecido desprovida de vascularização, que se forma na superfície do folículo ovulatório (figura 17). Nas espécies domésticas, o folículo pode se desenvolver e ovular em qualquer parte da superfície do ovário, com exceção dos equinos, nos quais, devido à conformação anatômica característica do ovário desta espécie, a ovulação sempre ocorre ao nível da fossa de ovulação.

O pico de LH que precede a ovulação estimula a síntese e a liberação local de PGE_2 e $PGF_2\alpha$, bem como o início da produção de progesterona pelas células foliculares.

Junto com o pico pré-ovulatório de LH, ocorre aumento da quantidade de fluido folicular, graças ao aumento da permeabilidade vascular da teca (ação estimulada em conjunto com a PGE_2) e ao aumento do suprimento sanguíneo no período pré-ovulatório; entretanto, a pressão intrafolicular não aumenta porque a parede do folículo está distendida.

---

[1] informações detalhadas sobre o mecanismo que controla o desenvolvimento folicular devem ser revisadas no trabalho Gametogênese Animal disponível em: gametogênese animal.pdf.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399
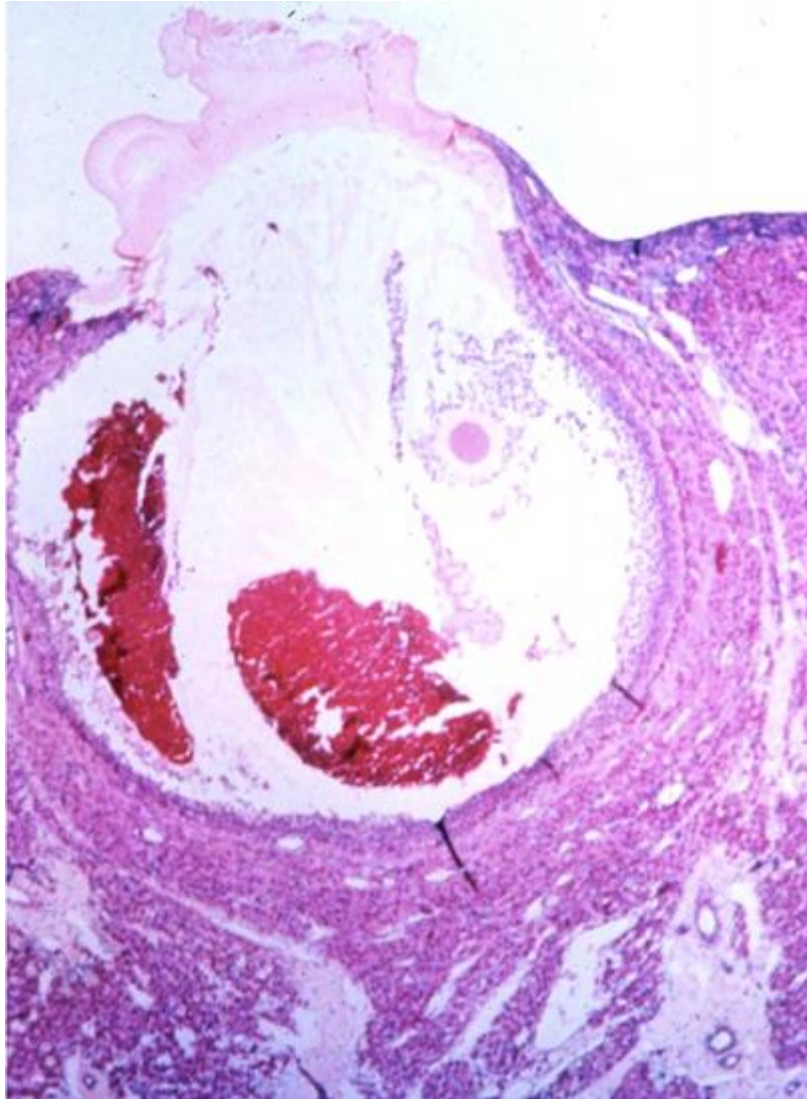
Figura 17: ruptura do estigma folicular durante o processo de ovulação. **Fonte**: Internet.

A ovulação começa com um enfraquecimento da parede folicular, porque a $PGF_{2}\alpha$ causa a liberação de enzimas lisossomais das células da granulosa do folículo pré-ovulatório. O aumento local da progesterona faz com que as células da teca interna sintetizem colagenase, uma enzima que cliva as cadeias de colágeno do tecido conjuntivo, enfraquecendo a túnica albugínea que constitui a parede folicular.

À medida que a parede enfraquece, forma o estigma - projeção avascular - na região apical, o que indica que a ovulação está se aproximando. O estigma é o local onde o folículo se rompe, permitindo a liberação do oócito, que sai envolto pelas células da coroa irradiada e acompanhado pelo fluido contido no antro folicular.

• CORPO LÚTEO

Após a ovulação, as células que permanecem na cavidade folicular desenvolvem um CL, que é considerado uma glândula temporária; sua função essencial é a produção hormonal e só está presente durante o diestro, na gestação e em algumas patologias como a piometra.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

A luteinização, ou formação do CL, é mediada principalmente pelo LH; no entanto, outros hormônios também estão envolvidos, como o hormônio do crescimento (GH). Assim, o tratamento com GH em animais hipofisectomizados foi encontrado para restaurar a função normal do CL; enquanto em espécies como roedores e caninos, a formação do CL é induzida e mantida pela prolactina, hormônio que não participa com essa finalidade no caso dos ruminantes. Durante a luteinização, os remanescentes das células da granulosa se diferenciam em grandes células lúteas, que são capazes de secretar progesterona continuamente (basal), e possuem grânulos secretores responsáveis pela produção e liberação de ocitocina e relaxina, esta última durante a gestação de algumas espécies. Enquanto as células da teca formam as pequenas células lúteas, que não secretam ocitocina e produzem progesterona em resposta ao LH (tônico). O corpo lúteo é, finalmente, constituído de células luteais grandes e pequenas, fibroblastos, células mioides, células endoteliais e células do sistema imunológico.

Outro fator importante para o processo de luteinização é a formação de uma rede vascular, essencial para aumentar o fluxo sanguíneo para o CL. A referida formação vascular é mediada principalmente por dois fatores, fator de crescimento de fibroblastos (FGF), que no estágio inicial do desenvolvimento lúteo estimula a proliferação de células endoteliais pela ação de LH, e fator de crescimento endotélio-vascular (VEGF) que promove a invasão de células endoteliais para a camada de células da granulosa e a organização e manutenção da microvasculatura do CL.

A luteólise é um processo essencial para retomar a ciclicidade das fêmeas. Sucede ao final do diestro quando não ocorre a fecundação e consiste na desintegração funcional e estrutural do CL. O primeiro refere-se à queda nas concentrações de progesterona, enquanto o segundo abrange a regressão anatômica da estrutura lútea e a recuperação do tamanho normal do ovário. A desintegração funcional, com a consequente queda nas concentrações de progesterona, ocorre antes que a regressão estrutural seja observada.

Caso ocorra a gestação, a vida do CL é prolongada, visto que existem mecanismos que o resgatam de sua regressão.

Durante o diestro, a progesterona produzida pelo CL bloqueia inicialmente a ação do estradiol e da ocitocina. Para esse último, causa uma redução no número de receptores de ocitocina endometrial, modificando sua estrutura. Desta forma, não é possível estabelecer um feedback positivo entre a ocitocina e a $PGF_2\alpha$, que será responsável pela luteólise. No entanto, à medida que o diestro progride, a progesterona esgota seus próprios receptores, de modo que, no final desse estágio, ela perde a capacidade de inibir os receptores de ocitocina. O estradiol ativa, então, o centro de geração de pulso de ocitocina no hipotálamo e começa a induzir o endométrio tanto a formação de seus próprios receptores como os da ocitocina. A ocitocina e o estradiol trabalham juntos para aumentar a atividade e a concentração das enzimas envolvidas na síntese de $PGF_2\alpha$: a fosfolipase (enzima responsável pela liberação de ácido araquidônico de fosfolipídios da membrana celular) e a prostaglandina sintetase (enzima responsável pela transformação do ácido araquidônico em prostaglandina). Dessa forma, a ocitocina hipotalâmica, liberada de forma pulsátil pela neurohipófise, estimula inicialmente a síntese e secreção de $PGF_2\alpha$ através do endométrio.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

A $PGF_2\alpha$ possui receptores em grandes células do CL, que aumentam seu número à medida que o ciclo estral progride. Assim, quando a $PGF_2\alpha$ endometrial atinge o ovário provoca a liberação de ocitocina lútea, desencadeando um mecanismo local de feedback positivo, que agindo no endométrio aumenta a secreção de $PGF_2\alpha$. Este circuito continua até que se alcance uma frequência de pulsos de $PGF_2\alpha$ de aproximadamente cinco pulsos em 24 h, uma frequência que é capaz de desencadear a luteólise. Em equinos, o CL não produz ocitocina; no entanto, as células endometriais os produzem, então a secreção por $PGF_2\alpha$ depende do estímulo da ocitocina que vem desta última fonte e da hipófise. Ressalte-se que o CL deve atingir certo grau de maturidade para que possa ser receptivo à ação da $PGF_2\alpha$. Isso é conseguido através da formação de receptores para a $PGF_2\alpha$ e desenvolvendo a capacidade de expressar a prostaglandina sintetase, de modo que o CL requer para produzir $PGF_2\alpha$ na forma autócrina para atingir a lise.

As células endoteliais e as células imunes, típicas do CL, também intervêm no processo de luteólise estrutural. As células endoteliais secretam proteína quimiotática de monócitos (MCP-1), para recrutar macrófagos que migram através do epitélio vascular que foi sensibilizado pela $PGF_2\alpha$. Os macrófagos ativados secretam o fator necrose tumoral alfa (TNFα) que atua sobre as células do corpo lúteo causando apoptose celular. A $PGF_2\alpha$ também participa da luteólise funcional, inibindo a síntese de progesterona e reduzindo a síntese e fosforilação da proteína responsável pelo transporte de colesterol para a mitocôndria (StAR). Além disso, a $PGF_2\alpha$ induz a produção de endotelina-1 (ET1) pelas células endoteliais encontradas no corpo lúteo, as quais contribuem para uma redução na síntese de progesterona.

• FATORES QUE AFETAM O CICLO ESTRAL

A apresentação dos ciclos estrais é natural e impreterível; no entanto pode ser afetada por fatores ambientais como o fotoperíodo, e fatores específicos do indivíduo como a sociabilidade e amamentação, além dos fatores de manejo como a nutrição e, consequentemente, o ECC das fêmeas e a endocrinologia (hormônios). Todos esses fatores serão explicados a seguir.

Fotoperíodo

O fotoperíodo é determinado pelo número de horas de luz do dia ao longo do ano e é considerado um dos fatores ambientais mais consistentes e repetíveis. A quantidade diária de horas-luz tem maior efeito nas espécies sazonais para determinar o início da atividade reprodutiva. No entanto, em espécies poliéstricas contínuas, variações anuais na ciclicidade também podem ser observadas, um exemplo disso é a acentuada sazonalidade nos nascimentos de búfalos e zebuínos. Da mesma forma, o momento em que uma bezerra ou leitão nasce afeta a idade em que atinge a puberdade, e a explicação para isso é que o fotoperíodo a que estão expostos impacta seu desenvolvimento. Assim, observou-se que uma maior quantidade de horas de luz do dia (suplementação de quatro horas por dia por cerca de dois meses) pode adiantar o início da puberdade em novilhas.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

Amamentação

Em espécies como suínos e bovinos de corte, o anestro pós-parto é mantido pelo estímulo que a prole exerce sobre a mãe no momento da amamentação. Dessa forma, sob esses estímulos a fêmea deixará de apresentar cio enquanto estiver alimentando as crias (figura 18).

Na ação de amamentação, pensa-se que participa o reconhecimento filial, onde intervêm a visão, o olfato e a audição. A verdade é que a participação de estímulos táteis é questionável, visto que foram realizados estudos nos quais a denervação da glândula mamária não antecipou o reinício da ciclicidade em fêmeas que amamentavam seus filhotes. O mecanismo pelo qual a amamentação afeta a atividade reprodutiva está relacionado a um aumento da sensibilidade do hipotálamo ao efeito inibitório do estradiol. Nisso intervêm os fatores como os opioides (endorfinas, encefalinas e dinorfinas) e os glicocorticoides.

Figura 18: na esquerda porca amamentando seus filhotes e a direita vaca com o bezerro no pé.

Nutrição

A função reprodutiva depende da existência de um consumo de energia superior ao necessário para manter as funções fisiológicas essenciais do corpo e as funções de produção, como termorregulação, locomoção, crescimento, manutenção celular ou lactação. Considera-se que o efeito da nutrição na atividade reprodutiva é maior nas fêmeas do que nos machos, devido a uma maior demanda de energia exigida pelas fêmeas para manter uma gestação do começo ao fim (figura 19).

Quando o consumo de energia é insuficiente, a função reprodutiva é bloqueada para não comprometer as funções vitais. Desta forma, os animais pré-púberes que sofreram deficiências nutricionais durante o seu crescimento apresentam um atraso no início da sua atividade reprodutiva. Assim, existem sinais metabólicos ao nível do sistema nervoso central, como o IGF-I e a leptina, que indicam ao organismo o grau de desenvolvimento somático do indivíduo.

Animais adultos que já iniciaram sua atividade reprodutiva também podem ser afetados pela nutrição, de forma que sua ciclicidade pode ser interrompida por perdas de

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

peso corporal igual ou superior a 20%. Da mesma forma, o reinício da atividade ovariana pós-parto é retardado quando as fêmeas estão submetidas a dietas deficientes em proteínas, energia, minerais etc.

Figura 19: comparação das condições corporais em vacas leiteiras. À esquerda: uma vaca com uma condição corporal adequada, que está ciclando normalmente. À direita: vaca em péssimo estado corporal e, portanto, em anestro.

As deficiências nutricionais de energia e proteína não afetam diretamente os níveis circulantes de FSH em animais intactos, mas o efeito da desnutrição pode ser mascarado por feedback negativo dos hormônios ováricos sobre a secreção de FSH, uma vez que os animais ovariectomizados com uma boa condição corporal têm maiores concentrações de FSH que os de condição corporal pobre. Em contraste, a secreção de LH é altamente sensível a deficiências nutricionais e a mudanças na condição corporal. O diâmetro do folículo dominante é reduzido quando os animais estão a perder peso, o que se correlaciona com uma diminuição na produção de estradiol, o que diminui a secreção de LH e consequentemente é evitada a maturação folicular terminal e a ovulação, o que os animais entrarem em anestro. No pós-parto, a ciclicidade se recupera quando as concentrações basal e média de LH, bem como a sua frequência de secreção aumenta para exceder o nadir do balanço energético (este último é atingido quando o fornecimento de energia está no ponto mínimo e está excedido pelas exigências de mantença do organismo).

O ECC possui relação direta com as taxas reprodutivas dos animais. Em bovinos um ECC ideal é entre 3,5 e 4,5 para o período reprodutivo. Com relação do ECC sobre o estro, estima-se que num rebanho de 100 vacas com ECC 2,5 cerca de 47 entram em cio, e dessas apenas 27 conseguem conceber. Por outro lado, no mesmo rebanho de 100 vacas, mas com ECC igual a 3, cerca de 62 vacas entram em cio normalmente e dessas 40 conseguem engravidar. Já com um ECC 3,5, 68 vacas entram em estro normalmente e dessas 46 conseguem engravidar.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

Efeitos independentes de gonadotropinas

A importância das gonadotropinas no crescimento e maturação folicular já foi revisada neste trabalho; também deve ser mencionado que, além das gonadotropinas, existem outros fatores que podem intervir na regulação do desenvolvimento folicular e da ciclicidade. Um exemplo do anterior é o *flushing*: manejo nutricional que consiste na suplementação de uma fonte energética de rápida absorção, em que o aumento do número de folículos em desenvolvimento tem inicialmente um controle independente do eixo hipotálamo-hipófise-gonodal e é mediado por fatores que participam do controle do metabolismo energético do animal, que estão intimamente relacionados às mudanças nutricionais. Esses fatores incluem insulina, fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-I) e hormônio do crescimento (GH). O IGF-I é secretado principalmente pelo fígado em resposta à estimulação do GH e é creditado na regulação de muitas das ações do GH, portanto, quando o GH é administrado, as concentrações de insulina e IGF-I estão aumentadas e um aumento no número de folículos ovarianos é observado em suínos, bovinos, caprinos e ovinos. O IGF-I, da mesma forma, modula a secreção de GH por um efeito de feedback negativo, de modo que no início do pós-parto, quando o animal está em balanço energético negativo, as concentrações de insulina e IGF-I diminuem, enquanto as de GH aumentam. A insulina e o IGF-I estimulam a proliferação e esteroidogênese das células da granulosa e da teca no folículo.

Outro fator que interfere na manifestação da atividade reprodutiva é a quantidade de gordura corporal.[2]

Fatores sociais (sociabilidade)

Existem diferentes interações sociais que são capazes de modificar o início da atividade reprodutiva durante o período de transição para a puberdade ou para a estação reprodutiva, ou ainda de sincronização e manifestação dos ciclos estrais.

Entre os fatores sociais o efeito fêmea-fêmea foi bem documentado em pequenos ruminantes, onde a introdução de fêmeas ciclando (em cio) a um grupo de fêmeas em anestro estacional adianta a estação reprodutiva induzindo e sincronizando a ovulação. Quando as porcas pré-púberes, por outro lado, são alojadas em pequenos grupos de dois ou três animais, o início da puberdade é retardado em comparação com indivíduos alojados em grupos maiores.

A bioestimulação das fêmeas através do contato com um macho é conhecida como efeito macho (figura 20). Foi determinado que imediatamente após a introdução do macho se inicia o desenvolvimento e maturação folicular como uma resposta a um aumento na secreção de LH. Esse efeito será explicado em próximos trabalhos de minha autoria.

[2] Para se aprofundar no assunto consulte o trabalho Puberdade e Estacionalidade Reprodutiva dos Animais, disponível em: Puberdade e Estacionalidade Reprodutiva.pdf

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

Estresse

Em vários estudos, foi demonstrado que o estresse pode bloquear a ciclicidade, devido ao aumento nas concentrações de corticosteroides ou opioides que causam redução na resposta da hipófise ao GnRH. Alojamentos inadequados, um ambiente social adverso e deficiências no manejo são considerados condições estressantes.

Figura 20: efeito do macho sobre as fêmeas (suínos).

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AURICH, Christine. Reproductive cycles of horses. **Animal reproduction science**, v. 124, n. 3-4, p. 220-228, 2011.

AISEN, Eduardo G. **Reprodução ovina e caprina**. MedVet, 2008.

BARTLEWSKI, Pawel M.; BABY, Tanya E.; GIFFIN, Jennifer L. Reproductive cycles in sheep. **Animal reproduction science**, v. 124, n. 3-4, p. 259-268, 2011.

BEARDEN, Henry Joe *et al*. **Reproducción animal aplicada**. México: Manual Moderno, 1982.

CHRISTIANSEN, I. J. **Reprodução no cão e no gato**. São Paulo: Manole, 1988.

CONCANNON, Patrick W. Reproductive cycles of the domestic bitch. **Animal reproduction science**, v. 124, n. 3-4, p. 200-210, 2011.

COLAZO, Marcos Germán; MAPLETOFT, Reuben. Fisiología del ciclo estral bovino. **Ciencia Veterinaria**, v. 16, n. 2, p. 31-46, 2017.

CUPPS, Perry T. (Ed.). **Reproduction in domestic animals**. Elsevier, 1991.

DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia Clínica do Ciclo Estral de Vacas Leiteiras: Desenvolvimento Folicular, Corpo Lúteo e Etapas do Estro**.

DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro; DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia do Estro e do Serviço na Reprodução Bovina**.

DERIVAUX, Jules; BARNABÉ, Renato Campanarut. **Reprodução dos animais domésticos**. Acribia, 1980.

DUKES, Henry Hugh; SWENSON, Melvin J.; REECE, William O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. Editora Guanabara Koogan, 1996.

FATET, Alice; PELLICER-RUBIO, Maria-Teresa; LEBOEUF, Bernard. Reproductive cycle of goats. **Animal reproduction science**, v. 124, n. 3-4, p. 211-219, 2011.

FERREIRA, A. de M. **Reprodução da fêmea bovina**: fisiologia aplicada e problemas mais comuns (causas e tratamentos). Juiz de Fora: Minas Gerais–Brasil, p. 422, 2010.

FORDE, N. *et al*. Oestrous cycles in Bos taurus cattle. **Animal reproduction science**, v. 124, n. 3-4, p. 163-169, 2011.

HAFEZ, Elsayed Saad Eldin; HAFEZ, Bahaa. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 2004.

HIDALGO, Galina *et al*. **Reproducción de animales domésticos**. México: Limusa, 2008.

HOPPER, Richard M. (Ed.). **Bovine reproduction**. John Wiley & Sons, 2014.

MCKINNON, Angus O. *et al*. (Ed.). **Equine reproduction**. John Wiley & Sons, 2011.

MEIDAN, R. *et al*. Intraovarian regulation of luteolysis. **JOURNAL OF REPRODUCTION AND FERTILITY-SUPPLEMENT-**, p. 217-228, 1999.

NETT, T. M. *et al*. Pituitary receptors for GnRH and estradiol, and pituitary content of gonadotropins in beef cows. I. Changes during the estrous cycle. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 4, n. 2, p. 123-132, 1987.

NISWENDER, Gordon D. *et al*. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. **Physiological reviews**, v. 80, n. 1, p. 1-29, 2000.

NORMAN, Anthony W.; LITWACK, Gerald. **Hormones**. Academic Press, 1997.

PATTERSON, David J. *et al*. Control of estrus and ovulation in beef heifers. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 29, n. 3, p. 591-617, 2013.

PLANT, Tony M.; ZELEZNIK, Anthony J. (Ed.). **Knobil and Neill's physiology of reproduction**. New York: Academic Press, 2014.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

RANGEL, L. Ciclo estral. *In*. PORTA, L. R.; MEDRANO, J. H. H. **Fisiología reproductiva de los animales domésticos**. Cidade do México: FMVZ-UNAM, 2018.

REKAWIECKI, R. *et al*. Regulation of progesterone synthesis and action in bovine corpus luteum. **J Physiol Pharmacol**, v. 59, n. suppl 9, p. 75-89, 2008.

REYNOLDS, L. P.; REDMER, D. A. Growth and development of the corpus luteum. **JOURNAL OF REPRODUCTION AND FERTILITY-SUPPLEMENT-**, p. 181-191, 1999.

RIPPE, Christian A. El ciclo estral. *In*: **Dairy Cattle Reproduction Conference**. 2009. p. 111-116.

SANGHA, G. K.; SHARMA, R. K.; GURAYA, S. S. Biology of corpus luteum in small ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 43, n. 1, p. 53-64, 2002.

SARTORI, R.; BARROS, C. M. Reproductive cycles in Bos indicus cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 124, n. 3-4, p. 244-250, 2011.

SENGER, Phillip L. *et al*. **Pathways to pregnancy and parturition**. Current Conceptions, Inc., 1615 NE Eastgate Blvd., 1997.

SMITH, Matthew J.; JENNES, Lothar. Neural signals that regulate GnRH neurones directly during the oestrous cycle. **Reproduction (Cambridge, England)**, v. 122, n. 1, p. 1-10, 2001.

SOEDE, N. M.; LANGENDIJK, P.; KEMP, B. Reproductive cycles in pigs. **Animal reproduction science**, v. 124, n. 3-4, p. 251-258, 2011.

WEBB, R. *et al*. Mechanisms regulating follicular development and selection of the dominant follicle. **REPRODUCTION-CAMBRIDGE-SUPPLEMENT-**, p. 71-90, 2003.

WHITTEMORE, Colin *et al*. **The science and practice of pig production**. Blackwell Science Ltd, 1998.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

FIXAÇÃO DO ASSUNTO

1. Disserte sobre o papel do eixo hipotálamo-hipófise-gonodal sobre o ciclo estral dos animais domésticos.

2. Qual a importância do controle endócrino para a apresentação do estro?

3. De acordo com a frequência do ciclo estral, como se classificam as vacas, porcas, éguas, gatas, cadelas, cabras e ovelhas?

4. Defina e diferencia monoéstricas e poliéstricas.

5. Um produtor possui fêmeas em primeiro cio, e deseja introduzi-las na vida reprodutiva. Explique por que não é ideal utilizar fêmeas em primeiro cio na vida reprodutiva?

6. Quais são as etapas do ciclo estral?

7. Defina e diferencia fase folicular e fase lútea.

8. Defina e diferencie os tipos de ovulação e formação do corpo lúteo nas espécies domésticas?

9. Quais os eventos ocorrem durante as fases proestro, estro, metaestro, diestro e inter-estro.

10. Explique por que a égua possui ciclo diferente da vaca?

11. Disserte e diferencie a endocrinologia do ciclo estral da cadela, da égua, da gata e da vaca?

12. Fale sobre o desenvolvimento folicular durante o ciclo estral.

13. Disserte sobre a ovulação das fêmeas domésticas.

14. Defina e diferencie luteinização e luteólise.

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
Telefone: (82) 98143 – 8399

15. Disserte sobre os principais fatores que afetam a apresentação e manifestação do ciclo estral.

16. Qual o papel da nutrição e do ECC sobre o ciclo estral?

17. Defina e diferencie efeito fêmea-fêmea e efeito macho sobre a apresentação do estro nas fêmeas.

18. Um produtor de ruminantes possui um rebanho de 10 bezerras, 10 cabritas e 10 cordeiras, todas com 1 mês de idade. Elabore um projeto reprodutivo para que essas fêmeas tenham seu primeiro parto após ciclos estrais normais e sem complicações.

Leve em consideração os fatores de idade ao primeiro cio ou a puberdade que é diferente entre as espécies, bem como aos fatores que podem afetar a manifestação do cio.

REALIZAÇÃO

EMANUEL ISAQUE CORDEIRO DA SILVA
Técnico em Agropecuária – IFPE
Bacharelando em Zootecnia – UFRPE